

ФОРМИРОВАНИЕ АНОМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОД В КУРИЛО-КАМЧАТСКОМ РАЙОНЕ

Мороз В.В.¹, Шатилина Т.А.², Рудых Н.И.¹

¹*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, г. Владивосток
moroz@poi.dvo.ru*

²*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии (ТИНРО), г. Владивосток*

Исследуемый район, включающий прилегающие к юго-восточному тихоокеанскому и юго-западному охотоморскому побережьям полуострова Камчатка акватории, а также северную зону Курильской островной гряды, является одним из важных экономически значимых районов на востоке России. В связи с этим особое значение имеет изучение факторов и причин, определяющих изменчивость термических условий среды и, особенно, формирование аномально холодных или теплых состояний термического режима, отражающихся (как позитивно, так и негативно) на продуктивности и функционировании экосистем. Цель настоящего исследования - определение причинно-следственных связей в механизмах формирования аномальных состояний термического режима вод с учетом гидрологических условий в конкретных зонах района и региональных особенностей изменчивости атмосферных процессов в теплый период года (июнь-сентябрь).

Для решения этой задачи использованы: данные среднемесячных наблюдений по температуре воды за период 1980–2023 гг. на ГМС Росгидромет базы данных ЕСИМО (<http://portal.esimo.ru/portal/>), ВНИИГМИ-МЦД (<http://meteo.ru>); карты полей атмосферного давления.

Важным фактором формирования особенностей гидрологических условий района является взаимодействие вод различного происхождения. На формирование температурных характеристик вод у восточного тихоокеанского побережья Камчатки (район 1, ГМС Петропавловск) оказывают влияние холодные воды Курило-Камчатского течения, а также с востока вносят вклад вихри теплого Аляскинского течения. В Северо-Курильском районе

(район 2) имеет место активный водообмен море-океан через относительно широкий и глубокий (глубиной более 500 м) Четвертый Курильский пролив. Согласно двусторонней циркуляции вод [1] поступающие через пролив тихоокеанские воды совместно с охотоморскими распространяются на север Западно-Камчатским течением в район юго-западного побережья п-ова Камчатка (район 3, ГМС Октябрьская). Изменчивость развития составляющих системы течений в значительной степени перераспределяет поступление тепла и холода, определяя многолетнюю изменчивость температурных условий каждого подрайона.

Изучение хода многолетних изменений термического режима вод (рис. 1) свидетельствует о тенденции потепления в исследуемом районе в целом в течение последних сорока десятилетий, что подтверждает исследования предыдущих лет [2].

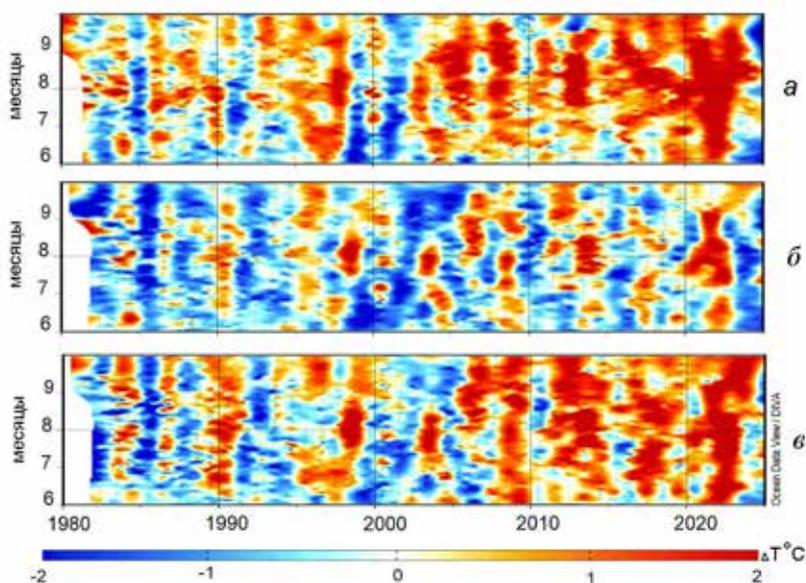


Рис. 1. Межгодовая изменчивость аномалий температуры воды в июне – сентябре в районе восточного побережья Камчатки (а), северо-Курильском районе (б) и районе западного побережья Камчатки (в)

Согласно проведенным оценкам изменчивости температурных условий в каждом подрайоне для периода 1980–2023 гг. тренды положительны (табл. 1).

При этом тренды значимы на восточной и на западной прикамчатской акватории в июле и августе. Вместе с тем проведенные оценки свидетельствуют о различиях изменчивости температурных условий в течение двух двадцатилетних фаз исследуемого периода. Для фазы периода 1980–2000 гг. на акваториях всех трех районов в июне–июле тренды не значимы и преимущественно отрицательные. Это отражает высокую частоту формирования холодных термических режимов в течение данной двадцатилетней фазы и является свидетельством достаточно хорошей связи с атмосферными процессами – значительном развитии в этот период первой стадии летнего дальневосточного муссона и влиянии охотского антициклона [3]. В то же время для периода второго двадцатилетия (2001–2023 гг.) значимые положительные тренды свидетельствуют об ослаблении первой холодной стадии муссона и преимущественном раннем формировании теплых термических режимов (что характерно для второй стадии муссона в июле-августе (иногда сентябре) при влиянии гавайского антициклона). Однако следует отметить отсутствие значимых положительных трендов в августе-сентябре в Северо-Курильской зоне. Видимо имеющее место в проливах гряды вертикальное приливное перемешивание [1] «маскирует» поступление более теплых тихоокеанских вод.

Таблица 1. Коэффициенты линейного тренда для временных рядов температуры воды в июне-сентябре 1980-2000, 2001-2023 и 1980-2023 гг.

Район 1	ГМС Петропавловск	Район 2	Район 3	ГМС Октябрьская
Июнь/June				
0,02*	0,02	0,01	0,03	0
0,01/0,06	-0,03/-0,06	-0,02/0,06	0,02/0,09	0,03/-0,01
июль				
0,04	0,05	0,03	0,04	0,02
-0,01/0,11	-0,03/0,05	0,02/0,08	-0,03/0,09	0,08/0,03
август				
0,05	0,06	0,02	0,05	0,02
0,05/0,07	-0,04/0,03	0,04/0,04	0,09/0,07	0,08/0,02
сентябрь				
0,03	0,04	0,03	0,03	0
0,05/0,05	0,08/0,04	0,01/0,04	0,05/0,05	0,03/-0,01

Примечание. Выделены статистически значимые (95%) оценки. *Для ряда 1980-2023 гг.

Числитель – для 1980-2000 гг., знаменатель – для 2001-2023 гг.

Согласно оценкам межгодовой изменчивости термического режима вод в каждом из районов выявлено наличие экстремальных флуктуаций, связанных с аномальными термическими условиями. Для периода 1980–2000 гг. имеет место преимущество отрицательных экстремумов термического режима, для следующих двух десятилетий - преобладание положительных.

Анализ характерных барических структур в годы аномальных гидрологических условий позволил определить механизмы формирования экстремальных термических режимов. Согласно анализу атмосферных процессов, в годы аномальных холодных или теплых температурных условий в исследуемом районе выявлены различия структуры барических полей и положения центров действия атмосферы.

Формирование экстремально холодных термических режимов связано с активным развитием охотского антициклона над северо-восточной акваторией Охотского моря и наличием холодной тропосферной ложбины над Камчатским полуостровом направленной на Курильские острова. Происходит вынос с севера, северо-запада холодных воздушных масс. Ветра северных румбов способствуют развитию Курило-Камчатского течения, усилению притока холодных берингоморских вод. Температура воды опускается значительно ниже нормы.

Механизм формирования аномально теплых термических режимов на всей акватории (что характерно для двадцатилетнего периода 2001–2023 гг. второй фазы исследуемого периода) обусловлен отсутствием холодных депрессий над Охотским морем и Камчаткой, усилением влияния гребня ГА. При вытянутой на северо-запад северотихоокеанской ветви ГА в приземном поле над районом формируется очаг экстремальных положительных аномалий температуры воздуха, на акваториях – экстремальные положительные значения температуры воды. Такая структура атмосферных полей, со значительным распространением на северо-запад (на охотоморскую акваторию) северотихоокеанской ветви гавайского максимума, переносом по его западной периферии теплых воздушных масс и формированием аномально теплых термических режимов на прикамчатских акваториях особенно характерна для последнего пятилетия. Восточные, юго-восточные ветра, ослабляя Курило-Камчатского течение, способствуют развитию притока на

запад более теплых вод с вихрями продолжения Аляскинского течения, что также влияет здесь на термический режим вод.

Проведенные исследования показывают важность учета изменчивости структуры барических полей, положения ЦДА и соответствующего локального воздействия при анализе механизмов формирования аномальных термических условий. Так, с аномально теплыми термическими режимами может быть связано формирование аномальных гидрологических условий, негативно отражающихся на экосистемах и гидробионтах, как это наблюдалось в сентябре–октябре 2020 г. [4]. Структура атмосферных полей в сентябре 2020 г. способствовала формированию аномально теплого термического режима вод у юго-восточного побережья Камчатки. В данный период имело место прохождение циклонов, что вызвало изменения структуры поля приземного давления. Такие изменения повлекли локальное изменение направления ветров у побережья с юго-восточного на северо-восточное, северо-западное. Прохождение циклонов видимо способствовало формированию апвеллинга и, как отмечалось рядом авторов [5], поступлению биогенных элементов из более глубоких слоев, что вызвало цветение в благоприятных аномально теплых температурных условиях в поверхностном фотическом слое токсичных микроводорослей. Распространение их вдоль побережья согласно циркуляции вод и далее - к северным Курильским проливам вызвало негативные последствия для экосистемы значительной акватории.

Материалы данного исследования могут быть применены в промысловой океанографии, использованы в региональных прогностических моделях

Литература

1. Богданов К.Т., Мороз В.В. Структура, динамика и гидролого-акустические характеристики вод проливов Курильской гряды. Владивосток. Дальнаука. 2000. 152 с.
2. Мороз В.В., Шатилина Т.А. Особенности формирования экстремальных состояний термического режима вод в районе Курильской островной гряды в летний период под воздействием атмосферных процессов / Морской гидрофизический журнал. 2022. Т. 38. № 5. С. 451-465. DOI: 10.22449/0233-7584-2022-5-451-465.
3. Шатилина Т.А., Цициашвили Г.Ш., Радченкова Т.В. Оценка тенденций изменчивости центров действия атмосферы над Азиатско-тихоокеанским регионом

в летние периоды 1950-1979 и 1980-2012 гг. // Метеорология и гидрология. 2016. №1. С. 17-28.

4. Пичугин М.К., Гуревич И.А., Хазанова Е.С., Салюк П.А. Некоторые особенности океанологических условий осеннего цветения микроводорослей у юго-восточного побережья Камчатки // Подводные исследования и робототехника. 2020. № 4(34). С. 70-73. doi:10.37102/24094609.2020.34.4.010.
5. Цхай Ж.Р., Шевченко Г.В. Особенности распределения концентрации хлорофилла *a* у восточного побережья Камчатки осенью 2020 года по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 1. С. 226-238. doi:10.21046/2070-7401-2022-19-1-226-238.